

Reabilitação energética de edifícios: Caracterização térmica de edifícios e propostas de reabilitação numa perspectiva custo/benefício

Ana Rodrigues ^{1 †}

*Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil
Azurém, P - 4800-058 Guimarães, Portugal*

Manuela Almeida²

*Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil
Azurém, P - 4800-058 Guimarães, Portugal*

RESUMO

A reabilitação energética tem ganho notoriedade devido aos requisitos impostos pela Comissão Europeia e pelo Parlamento Europeu, relacionados com a eficiência energética, bem como pela consciência do impacto da produção e transporte de energia nas alterações climáticas.

A melhoria do desempenho energético dos edifícios permite utilizar a energia de modo mais eficiente e reduzir os gases com efeito de estufa, para além de melhorar as condições de conforto do utilizador.

O intuito do trabalho foi avaliar o potencial de reabilitação energética de alguns edifícios residenciais, construídos antes de 1990, data da entrada em vigor da primeira regulamentação térmica.

O estudo incluiu quatro edifícios, os quais foram caracterizados em termos de desempenho energético e analisados em relação à incorporação de medidas de reabilitação energética numa perspectiva de otimização da relação custo/benefício.

Os resultados mostram que é possível reduzir os consumos de energia e os respetivos desperdícios, melhorando as condições de conforto, com recuperação do investimento realizado num período relativamente curto.

1. REABILITAÇÃO ENERGÉTICA DOS EDIFÍCIOS

O setor dos edifícios é responsável por 40% do consumo de energia primária em todo o mundo, sendo que parte desta é desperdiçada (WBCSD, 2009).

¹ Research Assistant

[†] Corresponding author (anarocha32846@yahoo.co.uk)

² Professor

Parte destes desperdícios devem-se a deficiente conceção dos edifícios, ao comportamento dos utilizadores face à energia e ao recurso a tecnologias já obsoletas (WBCSD, 2009).

De modo a reforçar as medidas já tomadas e com vista à melhoria do desempenho dos edifícios, a Comissão Europeia lançou em 2002 a Diretiva 2002/91/EC, Energy Performance Buildings Directive (EPBD) que já foi alvo de nova redação em 2010. Nesta data ficou determinado que a partir de 31 dezembro de 2020 todos os edifícios novos têm que ter elevado desempenho energético (ADENE, 2010). Com esta premissa está já a ser dado um passo para além dos objetivos de 2020 que estipularam a redução em 20% dos gases responsáveis pelo efeito de estufa, o aumento em 20% da eficiência energética e que 20% da energia seja produzida a partir de fontes renováveis (BPIE, 2011).

De acordo com o Centro Nacional de Estatística, 70% dos edifícios portugueses foram construídos antes de 1990 (data da entrada em vigor do primeiro regulamento térmico). Apesar da maioria dos edifícios já estar a necessitar de algumas obras de conservação/reabilitação, uma vez que já têm mais de 20 anos, o mercado da reabilitação é limitado. Tal deve-se à falta de cultura de preservação dos edifícios, à inexistência de mercado de reabilitação e à elevada percentagem de proprietários, que na maioria dos casos se endividaram para adquirir os imóveis (Martins et al, 2009).

Em relação ao consumo de energia, Portugal, continua abaixo da média europeia. Porém, a situação tende a mudar devido ao aumento da utilização de sistemas AVAC (Martins et al, 2009). Em 2009, os consumos de energia aumentaram 2.8% face a 2008 (INE & IP/DGEG, 2011).

As principais barreiras à reabilitação energética são a falta de informação (IEA, 2008), juntando-se no caso de Portugal, o comportamento face ao consumo de energia, o investimento inicial que normalmente é considerado elevado e a elevada taxa de propriedade (Martins et al, 2009). A existência de vários proprietários numa mesma propriedade obriga ao consenso de pelo menos 2/3 para a realização de obras, o que na maioria dos casos afigura-se complicado.

De forma a promover a eficiência energética, a EDP publicou alguns dados interessantes em relação às poupanças de energia, conseguidas através da reabilitação energética. De acordo com essa publicação cerca de 60% da energia produzida é desperdiçada. Ações simples como calafetar portas e janelas podem reduzir cerca de 5% do consumo de energia. Se for melhorada a envolvente, as reduções no consumo podem chegar a 30%. Para além disto, a utilização de sistemas como caldeiras a biomassa e painéis solares podem produzir até 70% da energia necessária a partir de fontes renováveis (EDP, 2006).

Perante estes dados, o estudo teve como objetivos compreender o desempenho energético dos edifícios existentes, em especial os que se encontram nos 70% construídos antes de 1990 e estudar as medidas mais adequadas para melhorar o desempenho energético dos edifícios. O estudo englobou a análise de quatro edifícios e permitiu perceber quais os componentes do edifício que têm maiores perdas e que necessitam de intervenções de melhoria.

O outro objetivo foi conhecer os benefícios destas reabilitações e os custos, de modo a clarificar o preconceito de que as reabilitações têm um custo elevado e um longo período de retorno. Esta análise permitiu perceber qual o impacto das medidas de reabilitação em edifícios com características distintas, quais as reduções conseguidas nas necessidades energéticas e qual o tempo que o investidor tem que esperar para reaver o investimento numa reabilitação de cariz energético.

2. METODOLOGIA

Tal como referido, foram estudados quatro edifícios localizados em Braga, dos quais dois são edifícios unifamiliares e dois são edifícios multifamiliares, todos construídos antes de 1990, com patologias de ordem térmica.

O estudo é composto por três passos essenciais. O primeiro é a caracterização energética, o segundo a seleção das melhores propostas de melhoria e análise dos impactos em termos energéticos e o terceiro é a análise custo/benefício.

2.1 Caracterização dos edifícios

A caracterização dos edifícios baseou-se na recolha de dados arquitetónicos, informações dos sistemas e dos comportamentos dos proprietários de cada edifício.

A tabela 1 descreve sumariamente as características dos edifícios e a figura 1 dá uma ideia geral dos edifícios.

Tabela 1. Dados gerais dos edifícios em estudo

Caso de estudo	CE1	CE2	CE3	CE4
Tipologias	Moradia geminada T4	Moradia isolada T3	Edifício em banda T2, T3 e T4	Edifício em banda T3 e T3+1
Localização geográfica	I2V2			
Orientação das fachadas	SE, SW e NE	NE, SE, SW, NW	NE, SE, SW	NE, SE, SW
Soluções construtivas	Paredes duplas em tijolo furado, com lajes aligeiradas, coberturas em desvão não habitado, caixilharias com vidro simples de 4mm e persianas com lâminas plásticas pelo exterior			
Eficiência dos sistemas de AQS	Cerca de 0,5			



Figura1 imagens dos quatro edifícios em estudo

Nenhum dos edifícios possui isolamento e no caso do CE3 e CE4 em algumas frações foram realizadas melhorias ao nível dos envidraçados, com a colocação de segunda caixilharia pelo exterior.

2.2 Desempenho energético dos edifícios

Baseado na metodologia do RCCTE (de acordo com Dec. Lei nº 80/2006 de 4 de Abril) é possível determinar o desempenho atual dos edifícios em estudo, através das

necessidades energéticas de aquecimento (Nic), de arrefecimento (Nvc) e de preparação de águas quentes sanitárias (Nac).

Com estes dados é possível compreender quais as medidas de reabilitação que melhor servem o edifício. A escolha resulta do balanço entre a adequação às características do edifício, custo de intervenção e benefício resultante. É aqui que o comportamento dos utilizadores tem um papel importante. Ou seja, no caso de pessoas sem hábitos de consumo optou-se por não sugerir sistemas de climatização porque iria aumentar o tempo de retorno do investimento.

Para além da análise do impacto individual de cada uma das medidas foram também analisados os impactos em conjunto. As espessuras de isolamento estudadas foram 4, 6 e 8cm, devido a aspetos logísticos, ou seja, são as espessuras mais correntes no mercado português, conseguindo-se assim preços mais competitivos.

Também foram testados diferentes materiais para as caixilharias assim como alternativas aos sistemas de preparação de águas quentes sanitárias. Estas análises foram feitas para cada uma das frações.

Nos edifícios unifamiliares foram testados sistemas de climatização juntamente com melhorias da envolvente, devido ao agravamento das perdas face à introdução dos mesmos sem melhoria da envolvente.

2.3 Análise custo/benefício

A relação custo/benefício baseia-se nas poupanças energéticas conseguidas graças à inclusão das propostas de melhoria e no tempo necessário para que estas poupanças atinjam o valor investido na intervenção.

Esta relação é determinada com base nas necessidades energéticas Nic, Nvc e Nac antes e depois das propostas de melhoria e no investimento adicional necessário para incluir as medidas de melhoria de desempenho energético. O custo da energia é o valor praticado pela empresa fornecedora na zona em análise.

Com este procedimento conseguiu-se determinar o potencial de reabilitação destes edifícios.

3. DESEMPENHO INICIAL DOS EDIFÍCIOS

A maioria das frações analisadas não cumpre os requisitos previstos no Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE). As necessidades de aquecimento (Nic) e de preparação de águas quentes (Nac) são quase o dobro das necessidades máximas admissíveis. Existe uma exceção que é o CE2, onde as Nac estão abaixo do máximo admissível. As necessidades de arrefecimento são as únicas que cumprem estes máximos regulamentares.

A envolvente dos edifícios permite muitas perdas e os sistemas de preparação de AQS são antigos e não são alvo de inspeções regulares.

A generalidade das frações sofreu poucas intervenções de conservação, portanto é importante estudar propostas para melhorar o seu desempenho.

A figura 2 mostra um exemplo das necessidades de aquecimento iniciais para os casos de estudo CE1, CE2 e CE4. As linhas a preto representam os valores máximos admissíveis para as necessidades de aquecimento.

A figura 3 mostra alguns exemplos das necessidades energéticas para preparação de águas quentes sanitárias (AQS). Nesta, verifica-se que no CE2 as Nac estão abaixo do valor máximo admissível, mas relativamente próximas.

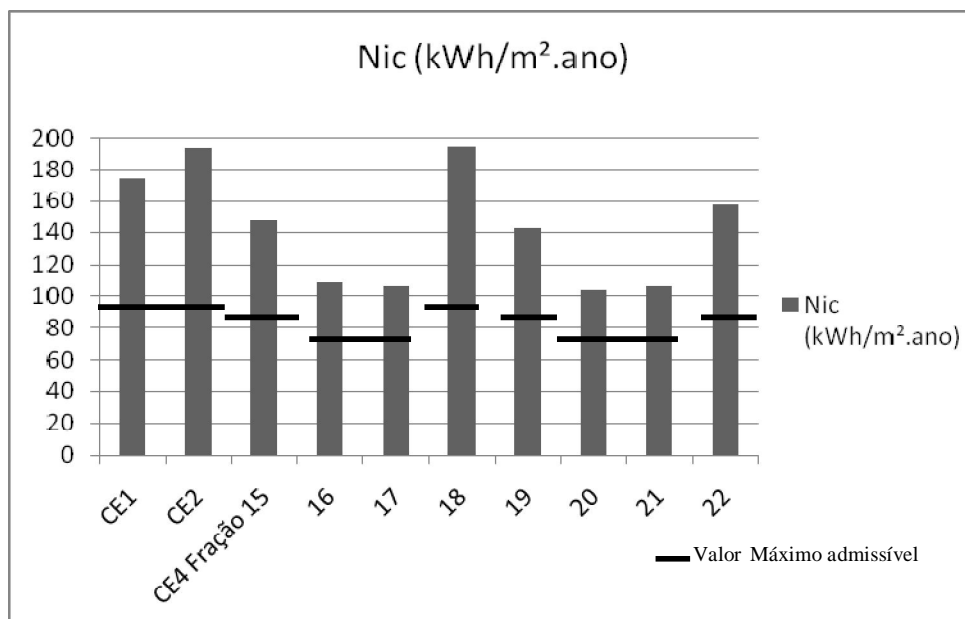


Figura 2 Necessidades de Aquecimento dos CE1, CE2 e CE4 (Frações 15 a 22)

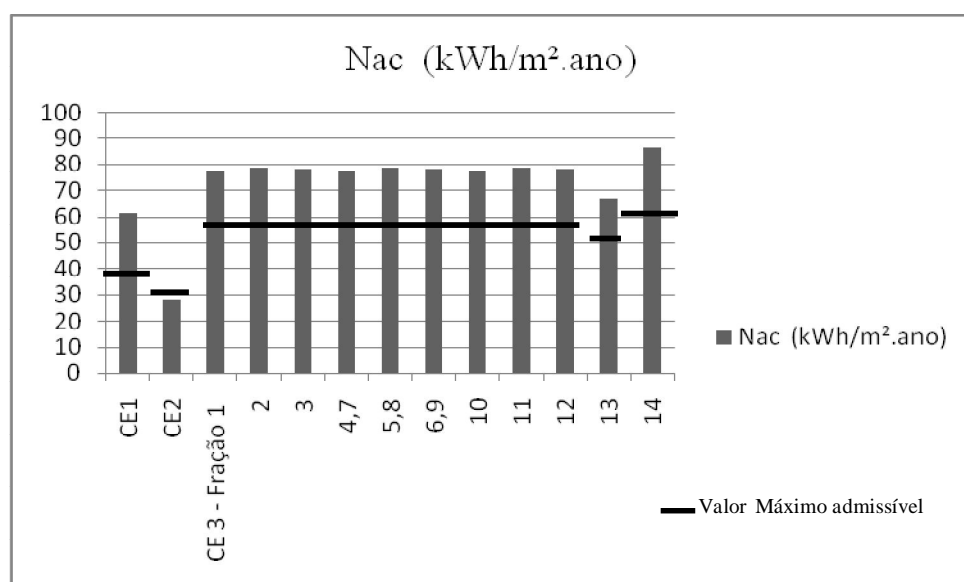


Figura 3 Necessidade para preparação de águas quentes sanitárias (AQS) dos CE1, CE2 e CE3 (Frações 1 a 14)

4. PROPOSTAS DE REABILITAÇÃO

As primeiras propostas foram direcionadas para a melhoria da envolvente. Sempre que possível optou-se por propostas aplicadas pelo exterior por serem as mais simples de aplicar e mais eficientes em termos energéticos. Estas também permitem renovar o aspeto do edifício.

No CE2, devido a algumas condicionantes estéticas, em algumas paredes, a solução passou por aplicação de isolamento pelo interior.

O material de isolamento foi essencialmente XPS e EPS no caso do ETICS, pois são os que apresentam melhores resistências térmicas, quando comparados com outros.

Para as janelas foram consideradas duas hipóteses, uma foi a substituição das existentes e a outra foi a aplicação de segunda janela, semelhante à existente pelo exterior da persiana. As caixilharias selecionadas foram essencialmente de alumínio e de PVC. A madeira foi excluída devido aos trabalhos de manutenção requeridos. Em relação às caixas de

estores, e uma vez que o espaço é reduzido, foi analisada a hipótese da aplicação de XPS de 2cm nas faces internas da caixa.

Relativamente aos sistemas de AQS, foram analisados alguns sistemas com diferentes eficiências, tendo sido analisados dois que utilizam sistemas renováveis. Os CE1 e CE2 reúnem melhores condições físicas para a aplicação dos sistemas com fontes de energias renováveis. Os proprietários também mostraram mais abertura para a incorporação destas soluções. Nos CE3 e CE4 a incorporação destes sistemas implicaria maior volume de obras, necessidade de entendimento entre os proprietários e ficaria dependente do espaço disponível.

As Tabelas 2, 3 e 4 resumem as propostas para a envolvente opaca, envolvente envidraçada e sistemas de preparação de AQS, respetivamente. Na Tabela 2, em cada proposta está indicada a resistência térmica para cada uma das espessuras consideradas.

Na Tabela 3, a segunda janela inclui vidro simples de 6mm, uma vez que vidro duplo iria reduzir os ganhos durante o inverno. Nas restantes propostas, o vidro é duplo com espessuras de 6mm+6mm, tendo sido também analisado o impacto da aplicação de vidro refletante com as mesmas espessuras.

Na tabela 4, para os mesmos sistemas de preparação de AQS foram analisadas duas espessuras de isolamento para os reservatórios.

A análise conjunta das propostas teve em consideração as restrições de cada um dos edifícios.

Tabela 2. Propostas de reabilitação para envolvente opaca

Elemento	Proposta de reabilitação	Resistência térmica (R) (m ² .°C/W)
Paredes exteriores	ETICS (espessuras de 4, 6 e 8 cm)	1.00/ 1.50/ 2.00
	Fachada ventilada com revestimento de pedra (espessuras de 4, 6 e 8cm)	1.08/ 1.62/ 2.16
	XPS com gesso cartonado (espessuras de 4,6 e 8cm)	1.08/ 1.62/ 2.16
Paredes que separam espaços úteis de não úteis	XPS com gesso cartonado (espessuras de 4, 6 e 8cm)	1.08/ 1.62/ 2.16
Paredes que separam edifícios	XPS com gesso cartonado (espessuras de 4, 6 e 8cm)	1.08/ 1.62/ 2.16
Pavimentos sobre áreas não aquecidas	Teto falso com XPS (espessuras 4, 6 e 8cm)	1.08/ 1.62/ 2.16
Cobertura	Teto falso com XPS (espessuras 4, 6 e 8cm)	1.08/ 1.62/ 2.16
Caixa de estores	Aplicação de XPS (2cm)	0.54

Tabela 3. Propostas de reabilitação da envolvente envidraçada

Elemento	Proposta de reabilitação	U (W/m ² .°C)	Fator solar
Caixilharias	Segunda janela	2.60	0.87
	Alumínio	2.80	—
	PVC	2.30	—
Vidros	Vidro simples		0.85
	Vidro duplo		0.75
	Vidro reflectante		0.52

Para as paredes exteriores as propostas que permitiram maiores reduções das necessidades energéticas foram a fachada ventilada e o sistema ETICS. Os dois sistemas apresentam pequenas diferenças em termos energéticos, mas em termos de custo as diferenças são mais notórias. Portanto, a proposta selecionada foi o ETICS, uma vez que apresenta menor custo. O ETICS com 8cm de isolamento permitiu o melhor desempenho energético.

Em relação aos envidraçados, as melhores soluções em termos energéticos foram a substituição dos envidraçados existentes por novos em PVC com vidro duplo corrente, seguindo-se a aplicação de segunda caixilharia pelo exterior. Nos casos em que já havia sido implementada esta proposta, a mesma foi desprezada.

Tabela 4. Propostas de reabilitação para preparação de águas quentes sanitárias

Elemento	Proposta de reabilitação	Eficiência nominal
Aquecimento de águas	Termoacumulador elétrico (com pelo menos 50 ou 100mm de isolamento)	0.90*/0.95
	Termoacumulador a gás com pelo menos 50 ou 100mm de isolamento)	0.75*/0.80
	Caldeira a gás com pelo menos 50 ou 100mm de isolamento)	0.82*/0.87
	Painéis solares associados aos outros equipamentos analisados	**
	Bomba de calor	3.00

* o primeiro valor refere-se aos equipamentos com 50mm de espessura de isolamento e o segundo valor aos equipamentos com pelo menos 100mm

**a área de painéis solares é definida de acordo com a regra de 1m²/pessoa, conforme previsto no RCCTE

Para preparação de AQS, os sistemas que conduziram aos melhores resultados em termos energéticos foram os painéis solares e a bomba de calor. Porém, a aplicação destes sistemas nos edifícios multifamiliares é dúbia, devido à falta de espaço para todos os equipamentos necessários. As bombas de calor também podem produzir algum ruído que pode causar incómodos entre vizinhos. Nestes casos, a melhor solução é a aplicação de uma caldeira.

Nos CE1 e CE2, os proprietários consideram o conforto como prioridade, por isso foram escolhidos os painéis solares e a bomba de calor.

Nos CE3 e CE4 as principais diferenças, a nível da envolvente, residem nas espessuras dos isolamentos. Para o CE3 na generalidade, o nível de isolamento com melhores resultados foi o de 6cm e no CE4 foi o de 4cm.

Visto que as questões monetárias são uma prioridade para a maioria dos proprietários, as propostas de reabilitação foram selecionadas na sua maioria com base no critério da melhor relação custo/benefício.

5. ANALISE DAS PROPOSTAS DE REABILITAÇÃO

Os edifícios analisados apresentam necessidades energéticas superiores aos valores máximos admissíveis, com exceção de algumas frações e das necessidades de arrefecimento. A figura 4 ilustra exemplos das necessidades de aquecimento para CE3. Neste caso de estudo as frações 5, 6, 8, 9, 11 e 12 são exceção. A linha preta representa os valores máximos admissíveis para cada fração.

A figura 5 mostra exemplos das necessidades de arrefecimento para CE1 e CE3, para os conjuntos das melhores soluções em relação ao custo/benefício. A linha preta representa o valor máximo admissível e cada conjunto de três barras corresponde a uma fração. Na figura 5 é possível verificar que há um aumento das necessidades de arrefecimento em relação à situação inicial.

A figura 6 mostra outro exemplo, mas desta feita das necessidades energéticas para preparação de águas quentes sanitárias.

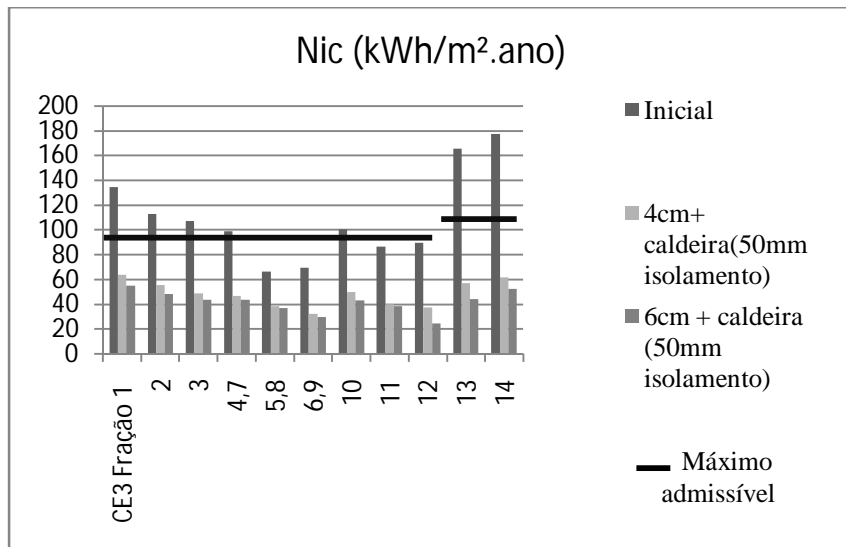


Figura 4 Necessidades de aquecimento do CE3 (Frações 1 a 14)

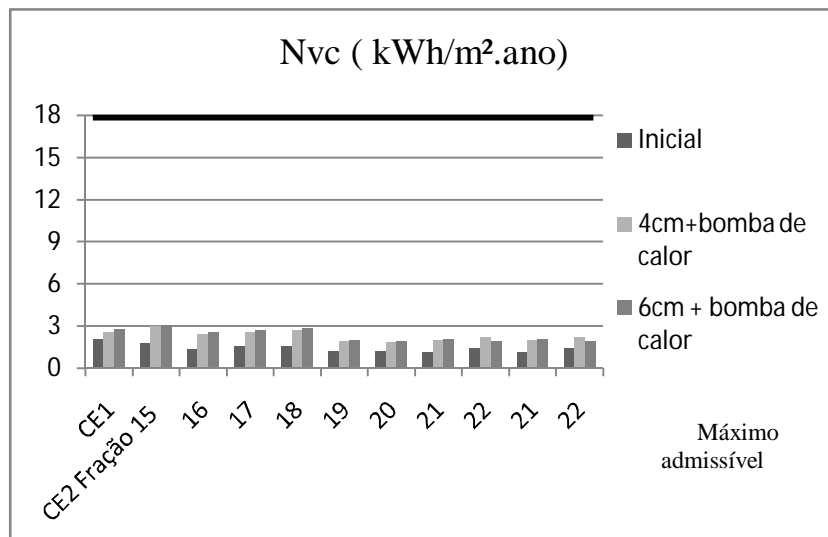


Figura 5 Necessidades de arrefecimento dos CE1 e CE3 (Frações 15 a 22)

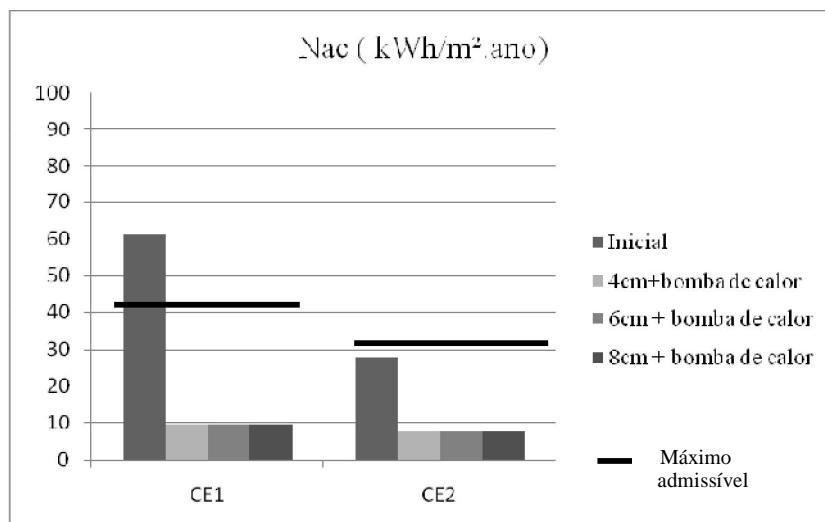


Figura 6 Necessidades de preparação de AQS nos CE1 e CE2

Foi possível observar variações entre as melhores soluções em relação à redução das necessidades energéticas e em termos de relação custo/benefício. As melhores propostas em relação à redução das necessidades energéticas não foram as melhores em termos de relação custo/benefício. Por exemplo, no CE1 e CE2, a solução que permitiu maiores reduções das necessidades energéticas foi a fachada ventilada com XPS de 8cm e a solução que apresentou melhor relação custo/benefício foi ETICS de 6cm.

A tabela 5 resume as diferenças entre as melhores propostas relativamente à redução de necessidades e a relação custo/benefício.

Com as propostas analisadas, as percentagens de redução das necessidades de aquecimento e de preparação de AQS foram diferentes nos edifícios unifamiliares e nos multifamiliares. Nos unifamiliares as maiores reduções verificaram-se para as necessidades de preparação de AQS, ao passo que nos edifícios multifamiliares as maiores reduções verificaram-se nas necessidades de aquecimento (Nic). Houve exceções como por exemplo no CE3, as frações 5, 6, 8 e 9 com envolvente opaca reduzida. A tabela 6 mostra algumas das percentagens de redução para as Nic e Nac.

Tabela 5 Resumo das melhores propostas no desempenho energético e na análise custo/benefício

Elemento	Melhores propostas em termos energéticos	Melhores propostas em termos de custo/benefício
Paredes, pavimento e tetos	XPS de 8cm	XPS 6cm
Envidraçados	PVC com vidro duplo	Alumínio com vidro duplo
AQS:		
Edifícios unifamiliares	Bomba de calor sem painéis solares	Bomba de calor sem painéis solares
Edifícios multifamiliares	Termoacumulador com pelo menos 100mm de isolamento	Caldeira a gás com pelo menos 50mm de isolamento

Tabela 6 Percentagem de redução nas Nic e Nac em algumas das frações analisadas

	Unifamiliar	Multifamiliar							
	CE1	CE3	CE3	CE3	CE3	CE4	CE4	CE4	CE4
		1	3	2,8	13	15	17	19	22
Redução nas Nic (%)	72,05	59,25	54,52	42,37	73,34	56,02	55,63	58,07	62,04
Redução nas Nac (%)	84,61	44,44	44,43	44,45	53,45	44,45	44,44	44,44	44,44

Com base nos conjuntos de propostas de melhoria estudados foi possível concluir que melhorando o isolamento na envolvente e os sistemas de preparação de AQS as necessidades de aquecimento (Nic) e de preparação de AQS (Nac) ficam abaixo dos valores máximos admissíveis previstos pelo RCCTE. A figura 6 mostra as necessidades de aquecimento para os CE3 para a situação inicial e após a consideração das propostas de melhoria.

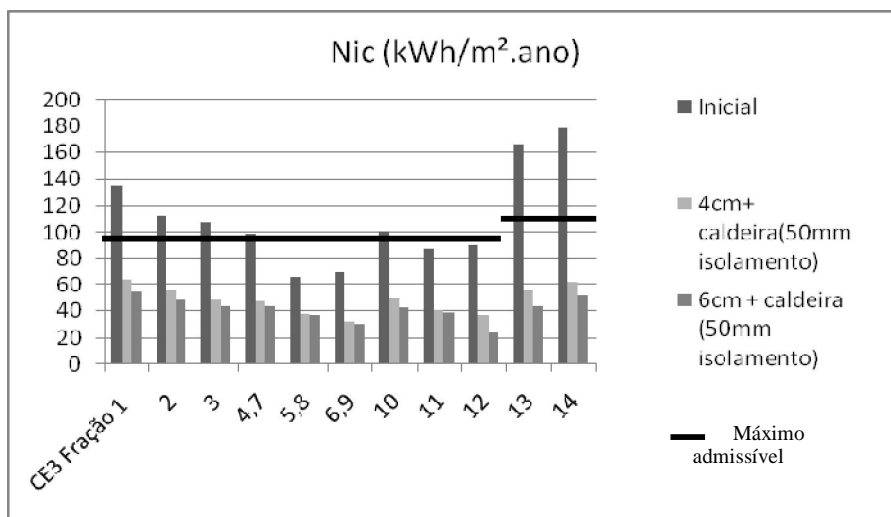


Figura 7 Necessidades de aquecimento para os conjuntos de melhoria no CE3 (Frações 1 a 14)

Na figura 7 cada conjunto de três barras representa uma fração, sendo a primeira barra a situação inicial e as restantes as propostas de melhoria.

Nos edifícios unifamiliares a percentagem de redução foi de cerca de 54% para as espessuras de isolamento mais pequenas e de cerca de 60% para espessuras maiores.

O mesmo aconteceu com a preparação de AQS. No entanto, nos edifícios unifamiliares as reduções foram maiores que nos multifamiliares. A percentagem de redução nos CE1 e CE2 é de 73% e 84% respetivamente. Nos CE3 e CE4 ronda os 45% e os 55%.

A figura 8 mostra o comportamento das várias frações autónomas analisadas com as propostas de melhoria nos sistemas de preparação de AQS. A primeira barra é situação inicial e as restantes correspondem às propostas de melhoria, para cada fração.

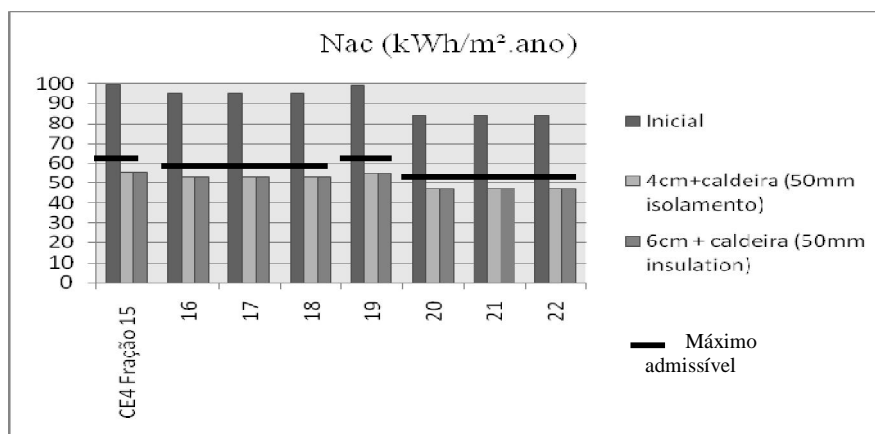


Figura 8 Necessidades de preparação de AQS no CE4 (Frações 15 a 22)

No que diz respeito aos custos nos edifícios unifamiliares, o investimento é superior aos multifamiliares. No CE1 o investimento necessário para implementar as medidas analisadas ronda os 22 000€ e no CE2 os 14 000€. Nos multifamiliares os valores por fração variam entre os 2 000€ e os 10 000 €. Em relação ao período de retorno, no caso dos edifícios unifamiliares situou-se entre os 3 e 5 anos. Nos edifícios multifamiliares situou-se entre os 2 e os 6 anos.

6. CONCLUSÕES

A análise realizada incluiu a caracterização dos edifícios, propostas de reabilitação, análise do desempenho dos edifícios com a implementação das medidas de reabilitação energética e análise da relação custo/benefício. Depois deste processo, concluiu-se que usando as melhores propostas em termos desta relação, já é possível reduzir significativamente as necessidades de aquecimento (Nic) e as de preparação de águas quentes (Nac). Para as Nic as reduções são de 66% no primeiro caso de estudo e de 58% no segundo. Nos edifícios multifamiliares esta redução é em média de 59%. Em relação às Nac as reduções foram de 83% no CE1, 68% no CE2, 45%, em média, no CE3 e 44% no CE4.

As melhores propostas em termos energéticos não foram as melhores em termos de relação custo/benefício.

Considerando um tempo de vida útil do edifício de 30 anos, o período de retorno do investimento nas propostas de melhoria é relativamente curto, mesmo nos casos em que o investimento é maior. Nos edifícios unifamiliares o investimento foi quase o dobro dos multifamiliares e o período de retorno foi de cinco anos no máximo. Nos edifícios multifamiliares alguns apartamentos obtiveram períodos de retorno de quase seis anos, mesmo implicando menor investimento.

A poupança de energia e a melhoria das condições de conforto são duas das mais-valias da reabilitação energética.

Porém, existem ainda alguns obstáculos. A maioria dos proprietários valoriza principalmente o custo do investimento inicial, em detrimento das melhorias do conforto. Os aspetos arquitetónicos, a orientação solar do edifício, caixas de escadas com dimensões reduzidas, pouco espaço nas coberturas ou com orientações menos favoráveis e falta de detalhe dos projetos são exemplos de alguns dos obstáculos que devem ser considerados no processo de reabilitação, especialmente no caso dos sistemas de preparação de AQS e de climatização (por ex: painéis solares e bombas de calor).

Em Portugal, as propostas de reabilitação continuam a ser conservadoras levando à exploração insustentável de matérias-primas, menos controlo de qualidade, processos de construção mais longos e ao aumento do investimento.

Em teoria o mercado da reabilitação tem meios para se desenvolver contudo, parece adiado devido aos obstáculos referidos.

REFERENCIAS

- ADENE, Agência para a energia, *Guia da Eficiência energética* (2010).
BPIE, *Financing energy Efficiency in buildings*, Brussels (2010).
DECRETO – LEI nº 80/2006 de 4 de abril *Diário de República* nº67 –I Série A. Ministério da Economia e da Inovação. Lisboa.
EDP, *Guia Prático da Eficiência energética*, Lisboa (2008).
IDEAL EPBD, *A quantitative study of home energy-related renovation in five European countries: Homeowners' practices and opinions*, Belgium: Françoise Bartiaux (2011).
IEA & AFD, *Promoting energy efficiency investments, Case studies in the residential sector*, Paris, IEA (2008);
INE & I.P./DGEG, *Inquérito ao Consumo de Energia no Setor Doméstico 2010*, Lisboa (2011).
ITIC (Instituto Técnico para a Indústria da Construção), *O Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar interior dos Edifícios, Oportunidades para o Setor da construção Segmento Residencial* (2008).

Martins, B. et al., *O Mercado da Reabilitação – Enquadramento, Relevância e Perspetivas*, AECOPS (2009).

WBCSD (World Business Council for Sustainable Development), *Energy Efficiency in Buildings, Transforming the Market*, Advance, S.A. (2009).